|  |  |
| --- | --- |
| **Саморегулируемая организация**  **Ассоциация**  **«Объединение организаций, выполняющих архитектурно-строительное проектирование объектов атомной отрасли**  **«СОЮЗАТОМПРОЕКТ»**  **(СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»)** | |
| **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ** | |
|  | Утвержден  решением Совета СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»  Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**СООРУЖЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО БЕТОНИРОВАНИЯ**

**Правила проектирования**

**СТО СРО-П 60542948 000ХХ–2025**

***Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения***

**Москва**

**2025**

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»  
(ООО «ЦТКАО»)

2 ВНЕСЕН Исполнительной дирекцией СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ решением Совета  
СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», протокол № \_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован  
и распространен в качестве официального издания без разрешения СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»

**Содержание**

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины и определения 3

4 Сокращения 4

5 Общие положения 4

6 Проектные требования стыкования арматуры при применении технологии непрерывного бетонирования 5

7 Требования по составу и подбору бетонных смесей 12

Приложение А (справочное) Требования норм проектирования железобетонных конструкций, связанных с ядерной безопасностью 21

Библиография 24

|  |
| --- |
| **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ** |
| **Сооружение монолитных железобетонных конструкций атомных станций методом непрерывного бетонирования. Правила проектирования** |
| Дата введения – 20хх – хх – хх |

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт устанавливает правила проектирования монолитных железобетонных конструкций атомных станций, относящихся к 2 - 3 классам безопасности по классификации [1], сооружаемых методом непрерывного бетонирования.

Примечание – Допускается применение настоящего стандарта при проектировании монолитных железобетонных конструкций атомных станций, относящихся к 4 классу безопасности.

1.2 Настоящий стандарт применяется для монолитных железобетонных конструкций I, II и III категории сейсмостойкости по классификации [2], атомных станций, размещаемых на площадках, сейсмичность которых характеризуется интенсивностью максимальных расчетных землетрясений (МРЗ) до 9 баллов по шкале MSK-64.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения организациями – членами саморегулируемой организации Ассоциации «Объединение организаций, выполняющих архитектурно-строительное проектирование объектов атомной отрасли «СОЮЗАТОМПРОЕКТ» (СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»).

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 3282 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8736 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 23732 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24211 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 30459 Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности

***Проект, первая редакция***

ГОСТ 30515 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31384 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 32310–2020 (EN 13164+A. 1:2015) Изделия из экструзионного пенополистирола, применяемые в строительстве. Технические условия

ГОСТ 34278–2024 Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 34329 Опалубка. Общие технические условия

ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ Р 56592 Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ Р 70919 Система резьбовых механических соединений арматуры железобетонных конструкций атомных станций. Общие требования, оценка соответствия и идентификация

СНиП 12-04–2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СП 28.13330 «СНиП 2.03.11–85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 49.13330 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

СП 52-101 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

СП 63.13330 «СНиП 52-01–2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01–87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 131.13330 «СНиП 23-01–99\* Строительная климатология»

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по опубликованным в текущем году выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты». Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Сведения о действии сводов правил могут быть проверены в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 34278, ГОСТ Р 70919, ГОСТ 34329, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **вязка арматуры:** Соединение стержней по длине без сварки, с перепуском продольных стержней внахлестку и крестообразных соединений с применением вязальной проволоки.

3.2 Закладной конусный вкладыш – съемный пластиковый проемообразователь для формирования технологических пустот (глухих отверстий) круглой формы в бетоне вокруг соединительного стержня для последующей установки соединительных муфт.

3.3

|  |
| --- |
| **кондуктор**: Пространственное монтажное приспособление, обладающее собственной устойчивостью и служащее для временного закрепления и выверки одного или группы элементов конструкций.  [ГОСТ Р 59199–2020, пункт 3.2] |

3.4 **муфта-коннектор для соединения неосевых стержней**: Соединительная муфта, предназначенная для компенсации бокового смещения арматурных стержней.

Примечание – Муфта-коннектор имеет внутреннюю цилиндрическую резьбу аналогичную профилю резьбы на соединительных стержнях, выполненной в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70919.

3.5

|  |
| --- |
| **плита**: Жесткое или полужесткое теплоизоляционное изделие прямоугольной формы и сечения, толщина которого значительно меньше других размеров  [ГОСТ 32310–2020, пункт 3.1.4] |

3.6

**скользящая опалубка**: Опалубка, конструкция которой перемещается вертикально домкратами по мере бетонирования монолитной конструкции, и которая состоит из щитов, домкратных рам, домкратных стержней, подъемных механизмов (домкратов, насосных или других подъемных станций) и технологических элементов (рабочий пол, подмости).

[ГОСТ 34329-2017, пункт 3.41]

3.7 **стыки арматуры внахлестку**: Соединение арматурных стержней по их длине без сварки путем заведения конца одного арматурного стержня относительно конца другого.

3.8 **технология непрерывного бетонирования**: Технология укладки бетонной смеси в скользящую опалубку без перерывов так, чтобы новый слой бетона укладывался до того, как предыдущий начнет схватываться, чтобы избежать образования холодных швов, обеспечивая однородность и целостность конструкции.

3.9

|  |
| --- |
| **экструзионный вспененный полистирол (пенополистирол)**: Жесткий теплоизоляционный материал с закрытой ячеистой структурой, полученный методом экструзии полистирола или одного из его сополимеров с добавкой вспенивающих реагентов, с образованием или без образования пленки на его поверхности.  [ГОСТ 32310–2020, пункт 3.1.1] |

**4 Сокращения**

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС – атомные станции;

МЖК – монолитные железобетонные конструкции;

МСА – механические соединения арматуры;

ОС ППР – особо сложный проект производства работ;

XPS – экструзионный пенополистирол

**5 Общие положения**

5.1 Метод непрерывного бетонирования применяется при возведении железобетонных конструкций АС для обеспечения монолитности, высокой прочности и радиационной стойкости. Основные требования к методу:

- обеспечение технологичности и безостановочной укладки бетонной смеси;

- минимизация температурных и усадочных деформаций;

- контроль качества на всех этапах бетонирования.

5.2 Проектирование МЖК АС методом непрерывного бетонирования должно обеспечивать:

- безопасность – соответствие требованиям нормативов по радиационной, сейсмической и механической устойчивости;

- надежность – отсутствие недопустимых деформаций, трещин и дефектов, снижающих долговечность;

- технологичность – возможность бесперебойной укладки бетона с контролем качества на всех этапах.

5.3 При сооружении МЖК АС методом непрерывного бетонирования, соединения арматурных стержней в арматурные конструкции выполняются способами, предусмотренными СП 63.13330 (пункт 10.3.29). При соединении арматурных стержней с помощью резьбовых соединительных муфт, соединение должно быть выполнено по технологии МСА в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70919.

5.4 Применение МСА при сооружении МЖК АС следует осуществлять в составе системы МСА, соответствующей требованиям ГОСТ Р 70919.

5.5 Выбор схемы армирования, включая типоразмеры применяемых МСА, должен учитывать конструкцию скользящей опалубки и технологию непрерывного бетонирования для обеспечения:

- беспрепятственного подъема опалубки;

- сохранения проектного положения арматуры;

- соблюдения защитных слоев бетона;

- непрерывности технологического процесса.

**6 Проектные требования стыкования арматуры при применении технологии непрерывного бетонирования**

**6.1 Требования к стыкованию арматуры в одном сечении в зонах сопряжения стен и перекрытий**

6.1.1 Стыкование арматуры в узлах сопряжения стен и перекрытий должно производиться с учетом особенности технологии непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки.

6.1.2 Основным требованием учета особенности технологии непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки является необходимость обеспечить отсутствие препятствий в виде выступающей за габариты стен горизонтальной арматуры перекрытий.

6.1.3 Стыкование арматуры в узлах сопряжения стен и перекрытий для обеспечения свободного подъема опалубки необходимо выполнять механическими резьбовыми соединениями двумя способами, при которых все арматурные стыки могут находиться в одном расчетном сечении:

- с использованием соединительных стержней с накрученными на них резьбовыми муфтами, при этом торец муфты с установленной защитной заглушкой не должен выходить за плоскость стены;

- с использованием соединительных стержней с нанесенной резьбой без накрученных соединительных муфт. В этом случае на торцах соединительных стержней с предварительно надетыми для защиты резьбы пластиковыми колпачками фиксируются плотной посадкой закладные пластиковые конусные вкладыши, при этом торец конусного вкладыша не должен выходить за плоскость стены.

6.1.4 При данных способах проектирования арматурного каркаса соединение арматуры резьбовой муфтой должно быть прочнее соединяемых арматурных стержней, то есть при испытании муфтового соединения на прочность согласно ГОСТ 34278–2024 (пункты 4.3, 4.5) разрушение должно быть в самом стержне. Разрушение в муфте не допускается.

6.1.5 Стыкование арматуры в узлах сопряжения стен и перекрытий осуществляется МСА в одном сечении, при этом, деформация МСА, измеренная по всей длине соединения (при напряжениях 0,9 от предела текучести), не должна превышать деформацию цельного арматурного стержня более чем на 50%.

Примечание – Применение МСА в одном сечении выполняется в соответствии с требованиями пунктов 12.14.3.7. ACI 349 и CC-3532 (е) ASME BPVC.III.2 (ACI 359).

6.1.6 Значения деформации, указанные в 6.1.5 должны подтверждаться сравнительными испытаниями на растяжение МСА и целых стержней арматуры.

6.1.7 В узлах сопряжения стен и перекрытий для обеспечения соединения вертикальных и горизонтальных арматурных стержней применяются арматурные стержни, обеспечивающие требования норм по анкеровке. При достаточной толщине армокаркасов и стен могут применяться концевые анкера. Соединительные муфты на арматурных стержнях должны быть установлены внутри армокаркаса стен с углублением не менее 10 мм от поверхности стены так, чтобы их торцы с установленными защитными заглушками не мешали движению скользящей опалубки.

Примечание – Соединительные стержни без накрученных соединительных муфт должны быть установлены внутри армокаркаса стен с углублением от поверхности стены так, чтобы торцы надетых на них пластиковых конусных вкладышей не мешали движению скользящей опалубки.

6.1.8 При бетонировании стен в узлах сопряжения с перекрытиями устанавливаются закладные панели из плит XPS по форме и в размер толщины (высоты) перекрытия. Для обеспечения жесткости закладных панелей используются плиты XPS по ГОСТ 32310 толщиной, предусмотренной проектной документацией. Внешняя поверхность установленных закладных панелей из плит XPS не должна мешать движению скользящей опалубки.

6.1.9 Закладные панели из плит XPS устанавливаются (монтируются) на выпуски арматурных стержней с предварительно накрученными соединительными муфтами или пластиковыми конусными вкладышами. Установка соединительных муфт производится согласно проектной схеме армирования. Закладные панели из плит XPS выполняют функцию временного кондуктора фиксируя положение муфт и арматурных стержней в проектном положении, так обеспечивается соосность с муфтами противоположных стен и горизонтальных стержней перекрытий.

6.1.10 Перед установкой в плитах XPS сверлят отверстия согласно схеме армирования, внутренний диаметр отверстий должен соответствовать внешнему диаметру соединительных муфт или пластиковых конусных вкладышей. Для сверления отверстий применяют строительные сверла (буры) соответствующего диаметра с допуском не более +0,3 мм.

6.1.11 Панели XPS устанавливаются так, чтобы внешняя поверхность панели была в одной плоскости со стеной, при этом муфты или пластиковые конусные вкладыши устанавливают на некотором заглублении (не менее 10 мм) от поверхности стены или внешней поверхности панели XPS.

6.1.12 Во время укладки бетона и подъема опалубки панели XPS вытесняют часть бетонной смеси и формируют в стене горизонтальную открытую полость (штрабу).

6.1.13 После окончания бетонирования закладные панели XPS извлекаются, полученные полости заполняются бетоном (при бетонировании плиты перекрытия) обеспечивая прочность и жесткость монолитной конструкции.

6.1.14 При бетонировании стен в узлах сопряжения с перекрытиями с использованием соединительных стержней с установленными на их торцах съемными пластиковыми конусными вкладышами возможно не применять панели XPS. В этом случае вкладыши должны быть смазаны смазкой.

6.1.15 Горизонтальные стержни плиты перекрытия с нарезанной на концах резьбой вкручиваются в забетонированные в стене муфты с предварительно снятыми защитными заглушками. Горизонтальные стержни плиты перекрытия с накрученными на концах соединительными муфтами вкручиваются в забетонированные в стене стержни с предварительно снятыми пластиковыми конусными вкладышами и защитными колпачками. Сборка соединения производится в соответствии с технологическим регламентом изготовителя (производителя) системы МСА.

**6.2 Требования к стыкованию арматуры в перекрытиях**

6.2.1 Арматурные работы должны выполняться в соответствии с требованиями СП 70.13330 и СП 52-101, если иное не указано в рабочей документации.

6.2.2. Если расстояние между стыкуемыми горизонтальными стержнями не превышает 5 мм, то стыковать их следует специальными резьбовыми муфтами-коннекторами для соединения несоосных стержней. При длине соединения более 1500 мм рекомендуется применение двух специальных резьбовых муфт-коннекторов (для компенсации осевого смещения 10 мм).

6.2.3 Допускается стыкование горизонтальных стержней внахлест для стержней диаметром до 36 мм. Стыкование стержней диаметром 40 мм допускается с помощью специальных соединительных устройств в соответствии с требованиями СП 63.13330.

Примечание – Соединение арматурных стержней внахлест выполняется в соответствии с требованиями пунктов 12.14.2.1. ACI 349 [3]и CC-3532 (b) ASME BPVC.III.2 (ACI 359) [4].

6.2.4 Соединения арматурных стержней внахлест следует выполнять, как правило, привязкой друг к другу вязальной отожженной проволокой по ГОСТ 3282 в местах, указанных в рабочих чертежах армирования.

6.2.5 Минимальная длина соединения арматуры внахлест должна быть на 30% больше значений по СП 63.13330.

**6.3 Требования к скользящей опалубке**

6.3.1 Применение технологии непрерывного бетонирования с использованием скользящей опалубки определяется проектной документацией; технологическим регламентом на бетонирование; проектом производства работ; руководством по монтажу и эксплуатации скользящей опалубки, разработанном конкретным изготовителем (производителем) опалубки; сводами правил и другими нормативными правовыми актами, регламентирующими безопасное выполнение работ.

6.3.2 Скользящая опалубка должна соответствовать требованиям ГОСТ 34329 и обеспечивать проектную форму, геометрические размеры и качество поверхности возводимых конструкций в пределах установленных допусков.

6.3.3 Конструкция скользящей опалубки состоит из щитов, домкратных рам, домкратных стержней, подъемных механизмов (домкратов, насосных станций) и технологических элементов (рабочих настилов, подмостей) и должна соответствовать требованиям технической документации изготовителя (производителя) опалубки.

6.3.4 Требования к материалам и оборудованию для скользящей опалубки, а также методы контроля ее состояния должны быть указаны в проекте производства работ и руководстве по монтажу и эксплуатации скользящей опалубки, разработанном и принадлежащем конкретному изготовителю (производителю) опалубки.

6.3.5 Скользящая опалубка должна быть оснащена:

- гидравлическими или электрическими домкратами с синхронизированным управлением;

- системой автоматического контроля вертикальности (лазерными нивелирами или датчиками наклона);

- тепловыми экранами для защиты бетона от перепадов температур (при необходимости).

6.3.6 Конструкция скользящей опалубки должна обеспечивать:

- плавный и равномерный подъем без перекосов;

- надежное крепление элементов опалубки во время подъема;

- возможность беспрепятственного доступа рабочих к зоне бетонирования.

- возможность интеграции с системами терморегулирования бетона.

6.3.7 Щиты скользящей опалубки должны быть герметичными, исключающими утечку бетонной смеси. Поверхность щитов должна быть гладкой для обеспечения требуемого качества бетонной поверхности.

6.3.8 Скользящая опалубка должна быть оснащена контроллерами защитного слоя, необходимыми для обеспечения величины защитного слоя бетона в соответствии с проектной документацией.

**6.4 Организационно-технологическая документация**

6.4.1 Организационно-технологическая документация сооружения МЖК АС методом непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки должна предусматривать последовательность и методы выполнения работ, выбор арматуры и бетона, расчет объемов и потребности в материалах, график выполнения работ с учетом сроков и последовательности операций, а также установление методов контроля качества работ.

6.4.2 В составе проекта организации строительства АС следует определять перечень ОС ППР.

6.4.3 Технология непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки предусматривается в ОС ППР.

6.4.4 В документации ОС ППР должно быть указано:

- скорость подъема опалубки;

- требования к прочности бетона на момент подъема;

- схема размещения подъемных домкратов и контрольных точек;

- допустимые отклонения;

- инструкции по устранению перекосов и аварийных ситуаций.

**6.5 Требования к возведению монолитных конструкций и контроль качества**

6.5.1 Необходимо предусмотреть установку технологических каналов для свободного положения домкратных труб в уложенном бетоне с целью предотвращения сцепления бетона с домкратной трубой и возможности извлечения труб из тела бетона по окончании бетонирования, с последующим их заполнением строительной смесью в соответствии с технологическим регламентом на бетонирование.

6.5.2 Перед началом работ рекомендуется проведение испытаний технологии непрерывного бетонирования на тестовых макетах строительных конструкций, в ходе которых осуществить подбор бетонной смеси и параметров подъема опалубки.

6.5.3 В процессе подъема скользящей опалубки необходимо:

- контролировать вертикальность конструкции с помощью геодезических инструментов;

- следить за состоянием бетона, исключая его повреждение при перемещении опалубки;

- оперативно устранять перекосы и деформации опалубки.

6.5.4 Работы по укладке бетонной смеси требуется выполнять по технологическим регламентам, разработанным применительно к конкретной конструкции объекта строительства с обязательным проведением теплофизических расчетов для определения температурных режимов укладки. Толщина слоев бетонной смеси, укладываемых в опалубку в определенный интервал времени, принимается в соответствии с технологическим регламентом на бетонирование и руководством по монтажу и эксплуатации скользящей опалубки. Поверхность свежеуложенного слоя должна соотноситься с верхним краем щита. Укладка бетона по всему периметру опалубки должна быть завершена до того, как будет начата укладка следующего слоя.

6.5.5 Работы по бетонированию с применением скользящей опалубки выполняют параллельно с работами по армированию и подъему (обслуживанию) скользящей опалубки. Конструкция опалубки должна предусматривать возможность складирования арматуры на рабочих платформах при их равномерном распределении, не превышающем допустимые нагрузки.

6.5.6 При подъеме опалубки необходимо выполнять непрерывную чистовую затирку поверхности бетона под щитами. В случае образования дефектов на поверхности бетона, выходящего из-под опалубки, глубина которых не превышает величины защитного слоя, поверхность данных участков доводится до предъявляемых требований непосредственно в процессе бетонирования ремонтными материалами (составами) с проектными требованиями не ниже требований к основному бетону конструкции.

Для предотвращения образования трещин вследствие пластической усадки бетона за счет испарения влаги с бетонной поверхности опоры, необходимо сразу после выхода бетона из-под скользящей опалубки и затирки, открытую бетонную поверхность покрыть слоем пленкообразующего состава.

6.5.7 При производстве работ соблюдать правила техники безопасности согласно СП 49.13330 и СНиП 12-04–2002.

6.5.8 В соответствии с требованиями техники безопасности испытания гидросистемы под давлением необходимо проводить ступенями.

6.5.9 Рабочую платформу опалубки необходимо оборудовать стойками со светильниками устанавливая их по периметру с шагом 3 м.

6.5.10 Контроль качества МСА должен осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 34278 и ГОСТ Р 70919.

6.5.11 Установка элементов скользящей опалубки и подмостей должна осуществляться в соответствии с проектом производства работ и руководством по монтажу и эксплуатации скользящей опалубки компании-изготовителя опалубки.

При приемке установленной опалубки подлежат проверке:

- соответствие документации компании-изготовителя;

- плотность в стыках опалубки;

- наличие смазки на поверхностях, соприкасающихся с бетоном (перед установкой арматурных каркасов в начале процесса бетонирования).

Подготовленную к бетонированию опалубку необходимо принять по акту.

6.5.12 До начала возведения монолитных стен должны быть закончены следующие работы:

- подготовлено основание для установки опалубки;

- выполнены работы по армированию стартового участка бетонирования, составлены акты их приемки, на основании исполнительной геодезической съемки;

- установлена и проверена работоспособность опалубки;

- подготовлены и опробованы механизмы, инвентарь, приспособления, инструмент;

- устроено освещение рабочих мест и строительной площадки.

- выполнены все мероприятия по ограждению проемов, периметра железобетонного сооружения по СНиП 12-04–2002.

6.5.13 При установке опалубки необходимо обеспечить прочность сцепления укладываемого бетона с ранее уложенным бетоном фундаментной плиты МЖК АС. Опалубка должна собираться на уровне стыка с фундаментной плиты МЖК АС и путем постепенного подъёма уложенного объема бетонной смеси осуществлять передвижение вверх по МЖК АС.

6.5.14 При проведении работ по сооружению МЖК АС необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению контроля точности геометрических размеров бетонируемых конструкций. Для этих целей должны быть использованы специальные лазерные датчики, геодезические приборы или иные средства измерений. Контроль заключается в сопоставлении действительных значений геометрических параметров со значениями, определяемыми техническими требованиями к опалубочной системе и рабочими чертежами к МЖК АС.

Контроль проектного положения опалубки осуществляется по оптическим лазерным отвесам, которые устанавливаются в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации применяемой опалубки.

**7 Требования к бетону и подбору состава бетона для возведения сооружений методом непрерывного бетонирования**

**7.1 Общие требования к бетону**

7.1.1 Классы (марки) бетона для МЖК АС, возводимых методом непрерывного бетонирования, по физико-механическим характеристикам и показателям долговечности должны отвечать требованиям проекта, СП 63.13330, ГОСТ 26633 и требованиям настоящего стандарта. Классы (марки) бетона для возведения конструкций АС устанавливаются в соответствии с ГОСТ 26633, ГОСТ 31384.

7.1.2 Требования к бетону МЖК АС должны приниматься по проекту с учетом конкретных условий эксплуатации и строительного периода. Расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается по СП 131.13330. Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации на бетон следует определять по СП 28.13330.

7.1.3 Возраст бетона, в котором обеспечиваются заданные технические требования, должен быть указан в проекте. Проектный возраст бетона назначают в соответствии с нормами проектирования с учетом условий твердения бетона, способов возведения и сроков фактического нагружения конструкций. Если проектный возраст не указан, технические требования к бетону должны быть обеспечены в возрасте не более 28 суток.

7.1.4 Бетоны для строительных конструкций и радиационной защиты атомных электростанций должны удовлетворять дополнительным требованиям соответствующих стандартов, а также требованиям проектной и технологической документации на конструкции и сооружения конкретных видов, утвержденной в установленном порядке.

7.1.5 К бетонам, применяемым, для возведения зданий и сооружений АС методом непрерывного бетонирования предъявляется ряд дополнительных требований в части регулирования кинетики твердения (см. п 7.4.4).

7.1.6 Гибкое управление кинетикой твердения бетона необходимо для обеспечения непрерывности бетонирования при изменяющихся во времени внешних условиях, изменении геометрии возводимой конструкции по высоте, при монтаже закладных деталей и выполнении других технологических операций.

7.1.7 Для массивных конструкций также следует особое внимание уделять ограничению тепловыделения при гидратации цемента.

**7.2 Требования к материалам для приготовления бетона**

7.2.1 Выбор материалов для приготовления бетона следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 26633 и стандартов, по которым они производятся.

7.2.2 Все применяемые материалы должны иметь сертификаты соответствия требованиям нормативных документов.

7.2.3 Выбор материалов следует проводить на основе анализа их паспортных характеристик и результатов испытаний.

7.2.4 При выборе исходных материалов на этапе разработки Проекта организации строительства рекомендуется проводить испытания исходных материалов по основным физико-механическим характеристикам.

7.2.5 Выбор цемента должен выполняться с учетом класса среды эксплуатации в соответствии с требованиями ГОСТ 31384.

Для железобетонных конструкций АС в качестве вяжущего следует применять портландцемент без минеральных добавок или с минеральными добавками, сульфатостойкие портландцементы класса не ниже 42,5 (ЦЕМ I 42,5 Н или ЦЕМ II/А-Ш 42,5 Н). Допускается в процессе подбора состава бетона принимать другие виды вяжущего при условии соблюдения проектных требований к бетону, в том числе специальные и композиционные вяжущие материалы.

7.2.6 Используемый цемент должен удовлетворять требованиям ГОСТ 31108, ГОСТ 30515, ГОСТ 26633.

7.2.7 Применяемый цемент не должен иметь признаков ложного схватывания.

7.2.8 В целях снижения расхода цемента рекомендуется применять дисперсные наполнители.

7.2.9 В качестве крупного заполнителя для бетонов следует применять щебень или гравий из плотных горных пород, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8267, ГОСТ 26633.

7.2.10 Рекомендуется применять щебень или гравий с размером фракции 5–20 мм или смесь из двух раздельно дозируемых фракций 5–10 мм и 10–20 мм. При использовании смеси двух раздельно дозируемых фракций следует обеспечивать стабильность зернового состава.

7.2.11 Рекомендуется применять щебень или гравий из плотных изверженных пород марки по дробимости не ниже 1200 с содержанием зерен слабых пород в щебне не более 5 %, морозостойкостью не ниже проектной марки бетона по морозостойкости.

7.2.12 При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять крупный заполнитель марки по дробимости ниже 1200.

7.2.13 Допускается применять щебень или гравий с размером фракции 5–10 мм.

7.2.14 Выбор наибольшего размера крупного заполнителя в бетонных смесях должен быть увязан с густотой армирования и геометрическими характеристиками конструкции.

7.2.15 Фракционный состав крупного заполнителя должен быть постоянным.

7.2.16 При складировании и транспортировании материалов должно быть обеспечено соответствие качества и зернового состава заполнителей, исключено загрязнение и смешивание различных фракций заполнителей.

7.2.17 В качестве мелкого заполнителя для бетона следует применять песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736, ГОСТ 26633.

7.2.18 Допускается применять морские намывные и кварцевые карьерные пески, прошедшие дополнительное обогащение (промывка, фракционирование). При использовании высокоподвижных бетонных смесей особое внимание должно быть уделено стабильности гранулометрического состава песка, рекомендуется применять пески с окатанной формой зерен (округлой с гладкой поверхностью зерна).

7.2.19 Рекомендуется применять кварцевый песок с модулем крупности 2,0–2,5. Допускается использовать смесь песков двух фракций. Характеристики смеси используемых песков в процентном соотношении, определенные при подборе состава бетона, должны соответствовать требованиям, представленным в нормативно-технической документации.

7.2.20 Содержание смежных фракций мелкого заполнителя должно быть постоянным, колебания содержания фракций не должны превышать 5% по массе фракции.

7.2.21 При соответствующем технико-экономическом обосновании для приготовления бетона могут использоваться искусственные пески, а также смесь естественного песка с искусственным или смесь естественных песков двух месторождений.

7.2.22 Методы складирования и транспортирования заполнителей для бетонов должны исключать загрязнение материалов посторонними примесями и смешивание материалов различных фракций и месторождений.

7.2.23 Для приготовления высокоподвижных бетонных смесей следует применять дисперсные наполнители, позволяющие обеспечить требуемые реологические свойства бетонной смеси, повысить связность и устойчивость к расслоению, а также снизить расход цемента для уменьшения тепловыделения бетона при гидратации.

7.2.24 Наполнитель должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 56592 и техническим условиям, по которым он выпускается.

7.2.25 Рекомендуется применять тонкомолотые наполнители с крупностью зерен менее 0,125 мм и с содержанием фракции менее 0,063 мм более 70 %.

7.2.26 Наполнители, предназначенные для приготовления бетонной смеси высокой подвижности, должны обладать стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента.

7.2.27 Добавки, используемые для приготовления бетона, должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211, ГОСТ 26633, ГОСТ 30459 и техническим условиям, по которым они выпускаются.

7.2.28 Выбор оптимальных для конкретных требований добавок производится на стадии подбора состава бетона.

7.2.29 Для приготовления высокоподвижных бетонных смесей следует применять эффективные комплексные химические добавки, позволяющие обеспечить физико-механические характеристики бетона и требуемые технологические характеристики бетонной смеси: высокую подвижность бетонной смеси при низком водоцементном отношении, технологичность бетонной смеси (текучесть, вязкость), требуемое время сохранения технологических свойств бетонной смеси (удобоукладываемости), стабильность бетонных смесей (отсутствие расслоения, водоотделения).

7.2.30 При производстве бетонных работ методом непрерывного бетонирования следует применять добавки, регулирующие кинетику твердения – замедлители схватывания бетонной смеси. Дозировка добавки замедлителя назначается при подборе состава бетона в зависимости от требуемого времени замедления и температуры наружного воздуха. Правильность назначенной дозировки и возможность изменения времени замедления схватывания бетона в процессе производства бетонных работ должны быть подтверждены в рамках работ на опытных макетах. При макетировании определяется время замедления схватывания при разных расходах добавки замедлителя. Отрабатывается увеличение и уменьшение скорости перемещения опалубки.

7.2.31 При производстве бетонных работ в зимнее время дополнительно следует применять противоморозные добавки, расход которых уточняется в зависимости от температуры окружающего воздуха. Противоморозные добавки не должны содержать соли хлористого кальция, хлористого натрия и другие, вызывающие коррозию бетона или арматуры и закладных деталей.

7.2.32 Вода для затворения бетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

7.2.33 Вода не должна содержать химических соединений и примесей в количествах, которые могут повлиять на сроки схватывания цемента, скорость твердения, прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона, коррозию арматуры в пределах, превышающих нормы.

7.2.34 Применение материалов с показателями качества, отличными от требований настоящего стандарта, должно быть обосновано предварительными исследованиями для подтверждения возможности получения бетонных смесей и бетонов, удовлетворяющих всем нормируемым показателям качества.

**7.3 Технические требования к бетонным смесям**

7.3.1 Бетонная смесь, применяемая для возведения МЖК АС методом непрерывного бетонирования, должна соответствовать требованиям ГОСТ 7473, а также требованиям настоящего стандарта.

7.3.2 Требования к бетонной смеси следует назначать с учетом технологии производства бетонных работ (геометрических размеров конструкций, армирования, интенсивности бетонирования, производства работ, методов транспортирования и укладки бетонной смеси.

7.3.3 При возведении массивных густоармированных конструкций зданий и сооружений АС целесообразно применять бетонные смеси высокой подвижности, позволяющие бетонировать крупные захватки без виброуплотнения с достаточно высоким темпом.

7.3.4 Технологические характеристики бетонной смеси должны соответствовать технологии производства бетонных работ, включающей сроки и условия твердения бетона, способы, режимы приготовления и транспортирования бетонной смеси и другие особенности процесса непрерывного бетонирования.

7.3.5 Бетонная смесь должна обладать устойчивостью к водоотделению и расслоению.

7.3.6 Бетонная смесь должна обеспечивать получение бетона с заданными показателями качества.

7.3.7 При возведении МЖК АС методом непрерывного бетонирования показатели качества бетонной смеси необходимо выдерживать в строго заданных диапазонах.

**7.4 Подбор состава бетонной смеси**

7.4.1 Составы бетона должны разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ 27006 с целью получения бетона в конструкциях с прочностью и другими нормируемыми показателями качества, установленными государственными стандартами, техническим условиями и проектной документацией на конструкции.

7.4.2 Разработка составов бетона должна выполняться применительно к условиям окружающей среды в период строительства и эксплуатации сооружений с учетом требований ГОСТ 31384.

7.4.3 Материалы и состав бетона должны быть подобраны таким образом, чтобы удовлетворять всем требованиям, предписанным для бетонной смеси и затвердевшего бетона, включая заданную удобоукладываемость, плотность, тепловыделение, прочность, долговечность, защиту закладных деталей и металлической арматуры от коррозии, принимая во внимание технологию приготовления и доставки смеси на строительную площадку, используемые методы выполнения бетонных работ.

7.4.4 На этапе разработки состава бетона для метода непрерывного бетонирования к бетонной смеси и бетону предъявляется ряд дополнительных требований:

Назначение минимальной прочности, при которой бетон способен сопротивляться деформациям и разрушению под действием собственного веса и воспринимать нагрузки от перемещения опалубки и других технологических операций.

Назначение критической (максимальной) прочности бетона в раннем возрасте, при которой перемещение опалубки возможно осуществить без образования дефектов на поверхности бетона.

Назначение времени набора минимальной прочности, определяющей технологию укладки бетонной смеси в конструкцию.

7.4.5 При назначении допустимых пределов рабочих корректировок состава бетона следует учитывать необходимость гибкого управления сроками схватывания бетонной смеси и кинетикой твердения бетона, обусловленную особенностями непрерывного возведения конструкций:

Изменение внешних условий (окружающей среды).

Изменение требований к скорости перемещения опалубки (корректировка или изменение геометрических характеристик конструкции по высоте, монтаж закладных деталей, образование проемов и выполнение других технологических операций в процессе подъема опалубки).

Возникновение нештатных ситуаций (выход из строя бетонного завода, технологические перерывы и другое).

7.4.6 В общем случае управление кинетикой твердения и набора прочности бетона, равно как и режимом движения опалубки, возможно выполнять двумя путями, не исключающими друг друга:

Корректировка состава бетона в процессе бетонирования.

Воздействие на микроклимат вблизи бетонируемой конструкции (подогрев/охлаждение воздуха внутри технологического укрытия, корректировка влажности, выполнение других мероприятий, предусмотренных технологическим регламентом на производство бетонных работ).

7.4.7 При корректировке состава бетона следует избегать резкого изменения дозировки исходных материалов, в особенности химических добавок, регулирующих кинетику твердения бетона. Корректировки следует вводить ступенчато, ориентируясь на режим движения опалубки, скорость ее перемещения, высоту слоя схватившегося бетона.

7.4.8 Любые действия, направленные на изменение свойств бетона или режима движения опалубки, должны быть согласованы между бетонным заводом и строительной площадкой.

7.4.9 Разработка составов бетона и все необходимые исследования бетонов для строительства АС должны производиться организациями, имеющими аттестацию на соответствующие виды испытаний, по всем нормируемым показателям качества в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

7.4.10 Разработка составов бетона для метода непрерывного бетонирования должна осуществляться организациями, имеющими опыт выполнения таких работ.

**7.5 Требования к приготовлению бетонной смеси**

7.5.1 Приготовление бетонной смеси должно осуществляться с использованием стационарных бетоносмесительных установок с принудительным перемешиванием смеси в соответствии с требованием ГОСТ 7473. Используемое измерительное оборудование должно иметь свидетельство о метрологической поверке.

7.5.2 Бетонные заводы, осуществляющие поставку бетонной смеси, для возведения железобетонных конструкций АС методом непрерывного бетонирования, должны быть определены заблаговременно до начала производства бетонных работ. На случай выхода из строя основных бетонных заводов необходимо предусмотреть возможность привлечения резервного бетонного завода.

7.5.3 Бетонные смеси следует изготавливать в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, требованиями СП 70.13330, а также в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

7.5.4 Правила хранения цемента, заполнителей, химических и минеральных добавок должны соответствовать СП 43.13330.

7.5.5 Условия хранения цемента должны исключать его загрязнение посторонними примесями, увлажнение, слеживание. Рекомендуется обеспечить временной интервал между производством цемента и его применением не менее 14 дней. Запрещается использовать цемент с просроченными сроками хранения. Температура применяемого цемента не должна превышать 70 °С.

7.5.6 Инертные материалы должны храниться на площадках с твердым покрытием, организованным дренажем и с разделительными стенками для исключения перемешивания различных партий, фракций и типов заполнителей. Следует защищать заполнители от атмосферных осадков и солнечных лучей путем устройства закрытых складов и навесов.

7.5.7 В жарких условиях рекомендуется проводить мероприятия по понижению температуры бетонной смеси. В состав таких мероприятий входят затенение склада инертных материалов, установка промышленных кондиционеров в крытых складах, периодическое орошение инертных материалов холодной водой.

7.5.8 Способы транспортирования заполнителей для бетона и способы подачи к бетоносмесительным установкам должны исключать смешивание различных видов/фракций инертных материалов и возможность их загрязнения.

7.5.9 Жидкие добавки должны храниться в закрытых тарах, в закрытых помещениях, оборудованных системами обогрева и перемешивания при температуре от плюс 10 °C до плюс 30 °C.

7.5.10 При приготовлении бетонной смеси должна быть обеспечена необходимая точность дозирования входящих в бетонную смесь материалов и последовательность их загрузки в соответствии с технологическим регламентом, разработанным на производство бетонных работ.

7.5.11 Активные минеральные добавки и наполнители следует вводить в бетонную смесь одновременно с цементом.

7.5.12 Дозирование исходных компонентов бетонной смеси должно осуществляться по массе. Погрешность дозирования исходных материалов весовыми дозаторами цикличного и непрерывного действия не должна превышать ±2% для цемента, воды, сухих химических и минеральных добавок, рабочего раствора жидких химических добавок и ±3% для заполнителей (щебня и песка).

7.5.13 Особое внимание следует уделить обеспечению точности дозирования добавки замедлителя схватывания. Отклонение в точности дозирования больше допустимого может привести к нарушению режима движения опалубки и к невозможности продолжать подъем. Рекомендуется для добавки замедлителя схватывания установить допустимую погрешность дозирования не более ±1%.

7.5.14 Фактическая продолжительность перемешивания бетонной смеси на бетонном заводе устанавливается опытным путем при апробации состава бетона в производственных условиях. Перемешивание должно обеспечивать равномерное распределение компонентов по всему объему бетонной смеси и получение бетонной смеси и бетона в соответствии с назначенными требованиями.

7.5.15 Производительность заводов, время транспортировки и скорость укладки на месте производства работ должны быть скоординированы с целью исключения перерывов в поставке и производстве работ.

7.5.16 Бетонную смесь при непрерывном бетонировании следует выпускать с бетонного завода через строго заданные промежутки времени.

7.5.17 Требования к транспортировке, укладке, уплотнению и уходу за бетоном, должны быть назначены на этапе разработки технологического регламента на производство бетонных работ. Мероприятия по уходу за бетоном назначаются на основании результатов расчетов температурного режима твердения и термонапряженного состояния бетона.

**Приложение А**

**(справочное)**

**Требования норм проектирования железобетонных конструкций, связанных с ядерной безопасностью.**

А.1 ACI 349 «Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary»

|  |  |
| --- | --- |
| *ACI 349 «Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary»* | ACI 349 «Свод правил для проектирования и строительства железобетонных бетонных конструкций, связанных с ядерной безопасностью и комментарии» |

Примечание – Настоящий Свод правил распространяется на надлежащее проектирование и строительство бетонных конструкций, являющихся частью атомных электростанций и имеющих функции, связанные с ядерной безопасностью, но не распространяется на бетонные корпуса реакторов и бетонные конструкции защитной оболочки. Настоящий Свод правил основан на «Своде строительных норм и правил для проектирования бетонных конструкций (ACI 318)», утвержденным Американским национальным институтом стандартов (ANSI) как Американский национальный стандарт.

А.1.1

|  |  |
| --- | --- |
| *12.14.3.4 A full mechanical connection shall develop in tension or compression, as required, at least 125% of specified yield strength fy of the bar.* | 12.14.3.4 Механическое соединение должно развивать прочность при растяжении или сжатии, в зависимости от требований, не менее 125% от предела текучести fy арматурного стержня. |

А.1.2

|  |  |
| --- | --- |
| *12.14.3.7 Mechanical connections shall be staggered if the strain measured over the full length of connection (at 0.9 yield) exceeds that of a bar that is not mechanically connected by more than 50% and if the maximum computed factored load stress in the bar equals or exceeds 0.5fy. If staggered mechanical connections are required, no more than one-half of the bars shall be connected in one plane normal to the bars and the mechanical connections shall be staggered at least 36 in.* | 12.14.3.7 Механические соединения должны быть выполнены в шахматном порядке, если деформации, измеренные по всей длине соединения (при пределе текучести 0,9), превышают деформации, измеренные для стержня, который не соединен механически, более чем на 50%, и если максимальное расчетное значение нагрузки на стержень составляет или превышает 0,5fy. Если требуется смещение механических соединений, то не более половины стержней должны быть соединены в одной плоскости, перпендикулярной стержням, а механические соединения должны располагаться в шахматном порядке на расстоянии не менее 36 дюймов. |

Примечание – Из настоящего Свода правил исключены конструкции, подпадающие под действие «Свода норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением. Раздел III: Правила строительства компонентов ядерной установки; Часть 2: Нормы для бетонных корпусов реакторов и защитной оболочки» (ACI 359).

А.2 ASME BPVC.III.2 «Boiler and Pressure Vessel Code». Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components; Division 2: Code for Concrete Containments»

|  |  |
| --- | --- |
| *ASME BPVC.III.2 Boiler and Pressure Vessel Code. Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components; Division 2: Code for Concrete Containments* | Свод норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением. Раздел III: Правила строительства компонентов ядерной установки; Часть 2: Нормы для бетонных корпусов реакторов и защитной оболочки |

Примечание – Этот международный Свод норм и правил или стандарт был разработан в соответствии с процедурами, аккредитованными как соответствующие критериям Американских национальных стандартов, и является Американским национальным стандартом.

А.2.1

|  |  |
| --- | --- |
| *CC-3532 (b)* *Lap splices shall not be used for bars larger than No. 11 (D36). Lap splices of bundled bars shall be based on the lap splice length required for individual bars of the same size as the bars spliced. Individual bar splices within a bundle shall not overlap. Entire bundles shall not be lap spliced. Bars spliced by noncontact lap splices in flexural members shall not be spaced transversely farther apart than one‐fifth the required length of lap nor more than 6 in. (150 mm).* | Соединения внахлест не допускаются для стержней диаметром более №11 (D36). Соединения внахлест для пучков стержней должны рассчитываться исходя из длины нахлеста, требуемой для отдельных стержней того же размера. Соединения отдельных стержней в пучке не должны перекрываться. Соединение целых пучков методом нахлеста запрещено. Стержни, соединенные нахлестом без контакта в изгибаемых элементах, не должны располагаться поперечно дальше, чем на 1/5 требуемой длины нахлеста, и не более чем на 6 дюймов (150 мм). |

А.2.2

|  |  |
| --- | --- |
| *CC-3532 (e) Mechanical splices shall be staggered if the strain measured over the full length of the splice (at 0.9 yield) exceeds that of a bar that is not mechanically spliced by more than 50%. If staggered mechanical splices are required, no more than 1/2 of the bars shall be spliced in one plane normal to the bars, and the mechanical splices shall be staggered at least 30 in. (760 mm).* | CC-3532 (e) Механические соединения должны быть смещены, если деформация, измеренная по всей длине соединения (при пределе текучести 0,9), превышает деформацию стержня, который не соединен механически, более чем на 50%. Если требуются смещенные механические соединения, не более 1/2 стержней должны быть соединены в одной плоскости, перпендикулярной стержням, а механические соединения должны быть смещены не менее чем на 30 дюймов (760 мм). |

Примечание – Из настоящего Свода правил исключены конструкции, подпадающие под действие «Свода норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением. Раздел III: Правила строительства компонентов ядерной установки; Часть 2: Нормы для бетонных корпусов реакторов и защитной оболочки» (ACI 359).

А.2 ASME BPVC.III.2 «Boiler and Pressure Vessel Code». Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components; Division 2: Code for Concrete Containments»

|  |  |
| --- | --- |
| *ASME BPVC.III.2 Boiler and Pressure Vessel Code. Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components; Division 2: Code for Concrete Containments* | Свод норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением. Раздел III: Правила строительства компонентов ядерной установки; Часть 2: Нормы для бетонных корпусов реакторов и защитной оболочки |

Примечание – Этот международный Свод норм и правил или стандарт был разработан в соответствии с процедурами, аккредитованными как соответствующие критериям Американских национальных стандартов, и является Американским национальным стандартом.

А.2.1

|  |  |
| --- | --- |
| *CC-3532 (b)* *Lap splices shall not be used for bars larger than No. 11 (D36). Lap splices of bundled bars shall be based on the lap splice length required for individual bars of the same size as the bars spliced. Individual bar splices within a bundle shall not overlap. Entire bundles shall not be lap spliced. Bars spliced by noncontact lap splices in flexural members shall not be spaced transversely farther apart than one‐fifth the required length of lap nor more than 6 in. (150 mm).* | Соединения внахлест не допускаются для стержней диаметром более №11 (D36). Соединения внахлест для пучков стержней должны рассчитываться исходя из длины нахлеста, требуемой для отдельных стержней того же размера. Соединения отдельных стержней в пучке не должны перекрываться. Соединение целых пучков методом нахлеста запрещено. Стержни, соединенные нахлестом без контакта в изгибаемых элементах, не должны располагаться поперечно дальше, чем на 1/5 требуемой длины нахлеста, и не более чем на 6 дюймов (150 мм). |

А.2.2

|  |  |
| --- | --- |
| *CC-3532 (e) Mechanical splices shall be staggered if the strain measured over the full length of the splice (at 0.9 yield) exceeds that of a bar that is not mechanically spliced by more than 50%. If staggered mechanical splices are required, no more than 1/2 of the bars shall be spliced in one plane normal to the bars, and the mechanical splices shall be staggered at least 30 in. (760 mm).* | CC-3532 (e) Механические соединения должны быть смещены, если деформация, измеренная по всей длине соединения (при пределе текучести 0,9), превышает деформацию стержня, который не соединен механически, более чем на 50%. Если требуются смещенные механические соединения, не более 1/2 стержней должны быть соединены в одной плоскости, перпендикулярной стержням, а механические соединения должны быть смещены не менее чем на 30 дюймов (760 мм). |

**Библиография**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] | Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-001–15 | Общие положения обеспечения безопасности атомных станций |
| [2] | Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-031–01 | Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций |
| [3] | ACI 349 «Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary» | |
| [4] | ASME BPVC.III.2 «Boiler and Pressure Vessel Code». Section III: Rules for Construction of Nuclear Facility Components; Division 2: Code for Concrete Containments» | |